齿轮手册

小原歯車工業株式会社

前言

齿轮是为了传递旋转力、从纪元前就开始使用的传动零部件。

为了使大家更多的了解自远古开始、今后也仍将在各行各业中被使用的齿轮的知识，我们编写了这部「齿轮手册」。

从现在开始大家一起来学习齿轮的基础，掌握齿轮的种类、运动方向、传动力的不同等有关齿轮的重要知识。

今后，「齿轮手册」还将进行修订。如果你感到讲义中有难懂的部分，请一定向讲师提出，不要客气。

希望能够得到大家的合作，谢谢。

齿轮手册第 2 版编写组

目录

第一部分　关于齿轮 3

1. 齿轮的种类 4
2. 齿轮概述 7
3. 齿轮各部位名称 11
4. 渐开线齿形 14
5. 压力角 16
6. 变位齿轮 17
7. 齿轮的精度与检测 19
8. 齿轮的材质与热处理 21
9. 齿轮的噪音 24
10. 齿轮的问与答 26

第二部分　齿轮生产工序 27

1. 正齿轮 28
2. 齿条 30
3. 伞形齿轮 32
4. 生产设备机械 34

第一部分

关于齿轮

1. 齿轮的种类

2. 齿轮概述

3. 齿轮各部位名称

4. 渐开线齿形

5. 压力角

6. 变位齿轮

7. 齿轮的精度与检测

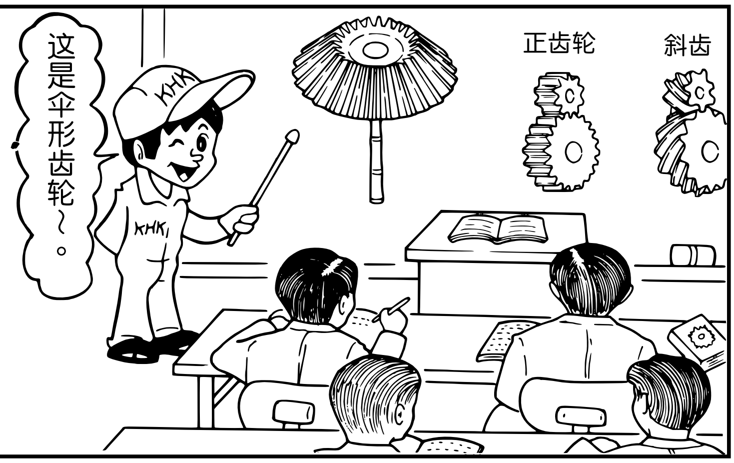
8. 齿轮的材质与热处理

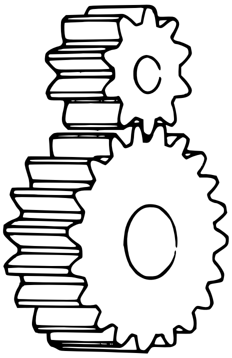
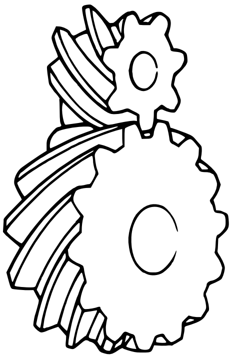
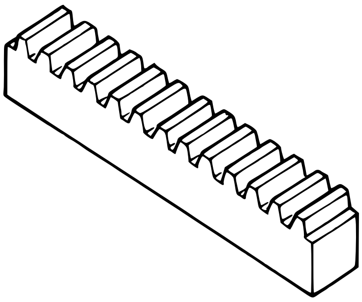
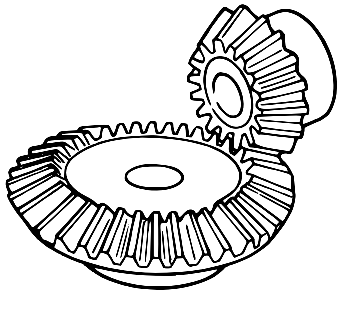
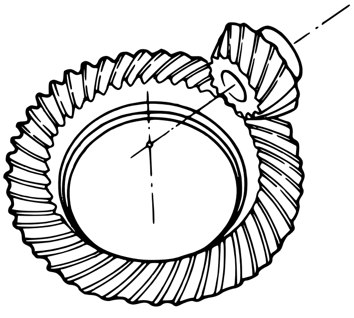
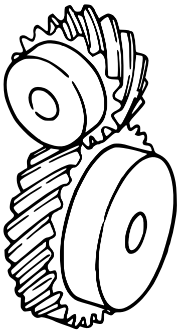
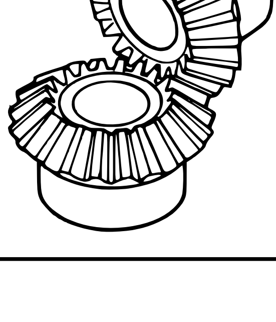
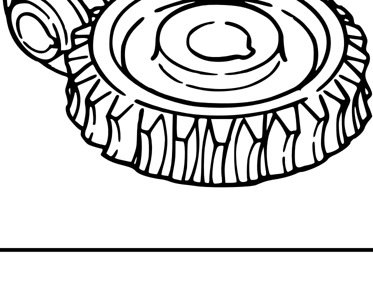
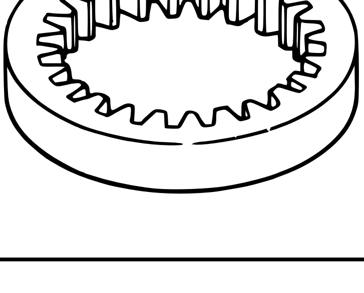
9. 齿轮的噪音

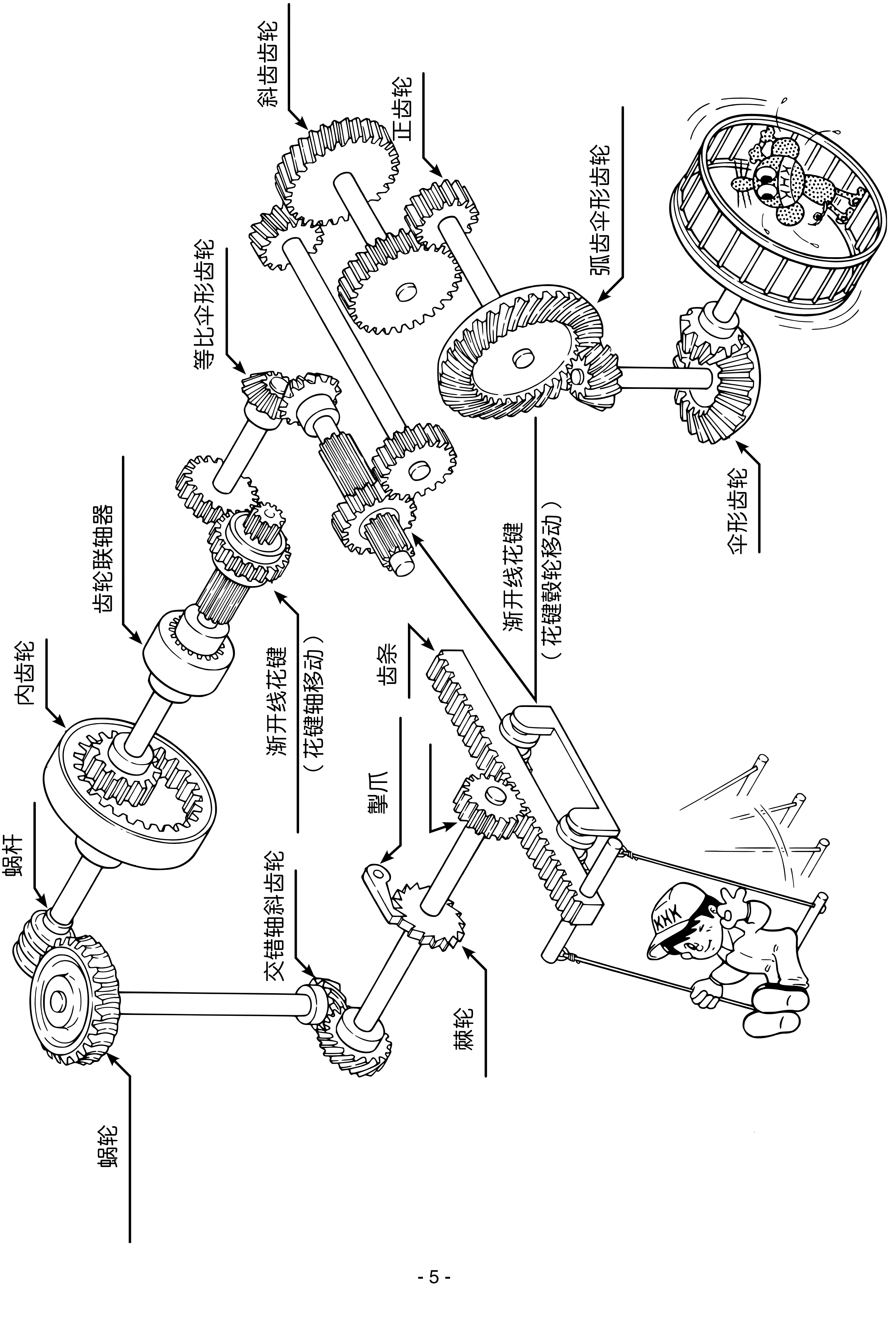
10. 齿轮问与答

（１）—１

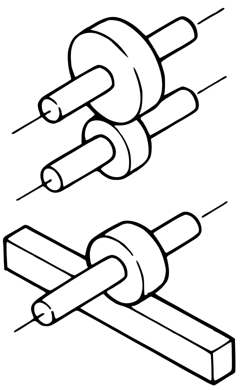
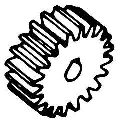
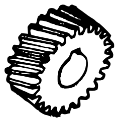
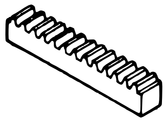
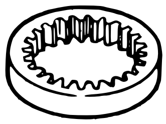
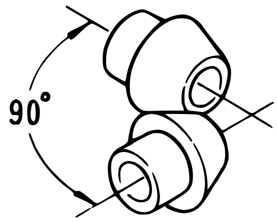
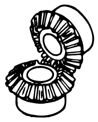
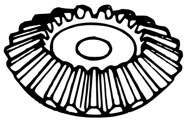
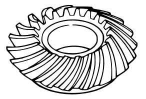
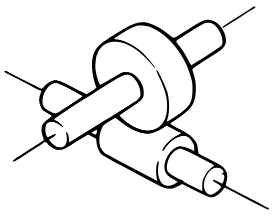
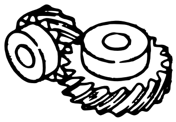
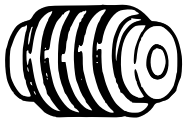
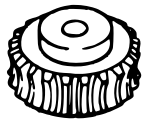
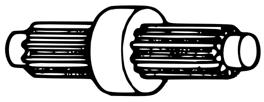
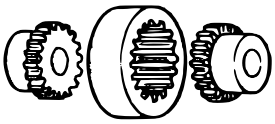
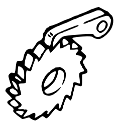
齿轮的种类



正齿轮 	斜齿齿轮 	齿条 
伞形齿轮 	弧齿伞形齿轮 	交错轴斜齿轮 
等比伞形齿轮 	蜗杆蜗轮 	内齿轮 


斜齿齿轮
正齿轮
弧齿伞形齿轮
KHK
等比伞形齿轮
伞形齿轮
齿轮联轴器
渐开线花键
（花键毂轮移动）
内齿轮
渐开线花键
（花键轴移动）
齿条
蜗杆
掣爪
交错轴斜齿轮
KHK
棘轮
蜗轮

齿轮大致分成三种类型。

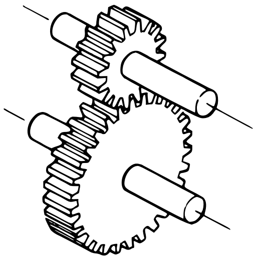
1）平行轴 	正齿轮		MSGA(B),SSG(S),SS,SSA,SSY,SSAY, LS,SUS,SUSA,SUSL,DSL,NSU,PU, PS,PSA,DS,BSS,SSCPG(S),SSCP, SUSCP,SSR,KTSCP
	斜齿齿轮		KHG,SH
	齿条		KRG(F),KRGD,SRGF,KRF,SR(F), SRFD,SUR(F),SURFD,BSR,DR, PR(F),SRO,SROS,SURO,KRHG(F), SRH,KRG(F)(D),SRCP(F)(D),KRCPF, SURCPF(D),SRCP,FRCP
	内齿轮		SI,SIR
2）相交轴 	等比伞形齿轮		MMSG,SMSG,MMSA(B), MMS,SMS,SMA(B)(C),MM,LM, SM,SAM,SUM,PM,DM
	伞形齿轮		SB,CB,SBY,SUB,PB,DB
	弧齿伞形齿轮		MBSG,SBSG,MBSA(B),SBS,KSP
3）交错轴 	交错轴斜齿轮		AN,SN,PN,SUN
	蜗杆		KWGDL(S),KWG,SWG,SW,SUW
	蜗轮		AGDL,AGF,AG,PG,CG,BG
4）其他	渐开线花键轴及毂轮		SV,SVI
	齿轮联轴器		GC,GC-I
	棘轮及掣爪		SRT,SRT-C

（1）—2

齿轮概述

正齿轮

齿线为直线（与轴平行）。在平行的两根轴之间做旋转运动。



〔特点〕

（1）最简单，最容易生产。　　（2）不产生轴向力。

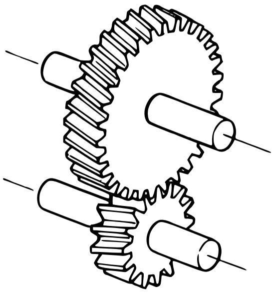
（3）可以得到高精度的产品。　（4）使用范围最为广泛。

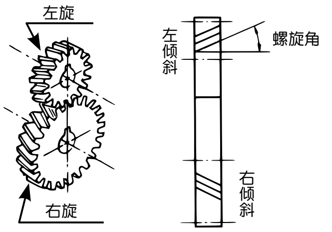
〔用途〕

一般传动用

斜齿齿轮

齿线相对于轴倾斜成一定角度。





从齿轮端面看时
左倾斜为左旋齿
右倾斜为右旋齿

一对齿轮的螺旋角相同，螺旋方向相反。

〔特点〕

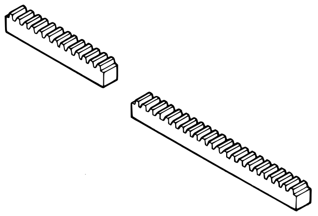
（1）比正齿轮的强度高。　（2）与正齿轮相比，噪音及振动小。

（3）缺点是轴方向产生推力。

〔用途〕

用于一般传动装置、汽车、减速机等。

齿条



将旋转运动改变为直线运动。
半径为无限大的正齿轮的一部分。
端面经过加工的产品可以连接起来使用。

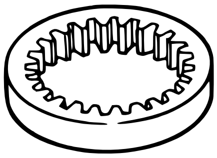
〔特点〕

（１）将旋转运动改变为直线运动或是相反时。

〔用途〕

广泛使用在工作机械、印刷机械及机器人等各种自动装置、搬运机械上。

内齿轮



在圆筒的内侧加工有齿牙的齿轮。
与内齿轮相啮合的齿轮只能是外齿轮。

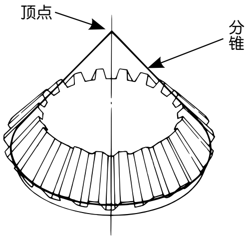
〔特点〕

（１）一对外齿轮相啮时，齿轮的旋转方向相反。内齿轮副的旋向相同。
（２）大齿轮（内齿轮）和小齿轮（外齿轮）的齿数差有限制。
（３）一般情况下，由小齿轮（外齿轮）驱动大齿轮（内齿轮）。
（４）构造简单，可以达到小型化的目的。

〔用途〕

使用在高减速率的行星齿轮装置及离合器等装置中。

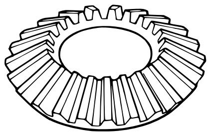
伞形齿轮



在相交的两轴之间传动的圆锥型齿轮。
将圆锥作为分锥面，沿着分锥面加工齿牙的齿轮。

伞形齿轮根据齿线的不同分为两大类：
１）直齿伞形齿轮
２）弧齿伞形齿轮

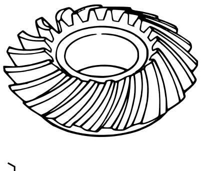
１)直齿伞形齿轮



面向圆锥的顶点，齿线呈直线。

〔特点〕
（１）比较容易生产。　　（２）利用伞形齿轮可实现减速比 1:5。
〔用途〕
工作机械、印刷机械等，特别是适合使用在差动装置中。

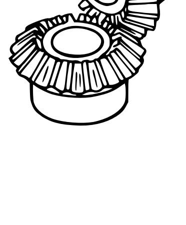
２）弧齿伞形齿轮



齿线呈曲线。
因为轮齿接触面积大，所以强度提高，而且静音旋转。

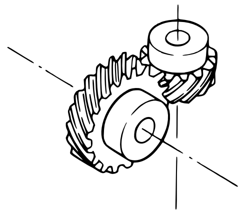
〔特点〕
（１）与直齿伞形齿轮相比较，轮齿接触面积、强度、使用寿命等性能更高。
（２）可以得到大减速比。
（３）与直齿伞形齿轮相比较，静音，传动效率高。
（４）制作难度较高。
〔用途〕
适合于使用在高负荷、高速运转的场合。广泛应用在汽车、货车、火车、船舶等的最终减速装置上。

等比伞形齿轮



两轴成正交、齿数相同的伞形齿轮通常被称为等比伞形齿轮。
通常使用在只需改变轴的旋转方向不需变速的场合。

交错轴斜齿轮



斜齿齿轮在交错轴状态下啮合使用时的名称。
使用在一对齿轮的轴既不平行亦不相交的场合。

〔特点〕

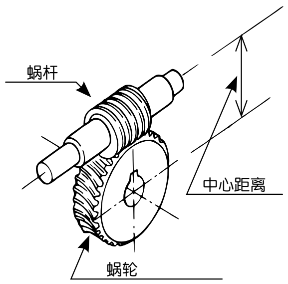
（１）除减速外亦可增速。　（２）轮齿为滑动接触，所以容易产生摩擦损耗。

（３）不适合使用在大功率传动上。

〔用途〕

使用在汽车的驱动装置、自动机械等做复杂旋转传动的机械装置上。

蜗杆副



齿数少，轮齿形状呈螺纹状的是蜗杆，与蜗杆相啮合的齿轮是蜗轮。
使用在同一平面上，两轴互成直角的传动上。

〔特点〕

（１）体积小，减速比大。　（２）啮合静音、圆滑。

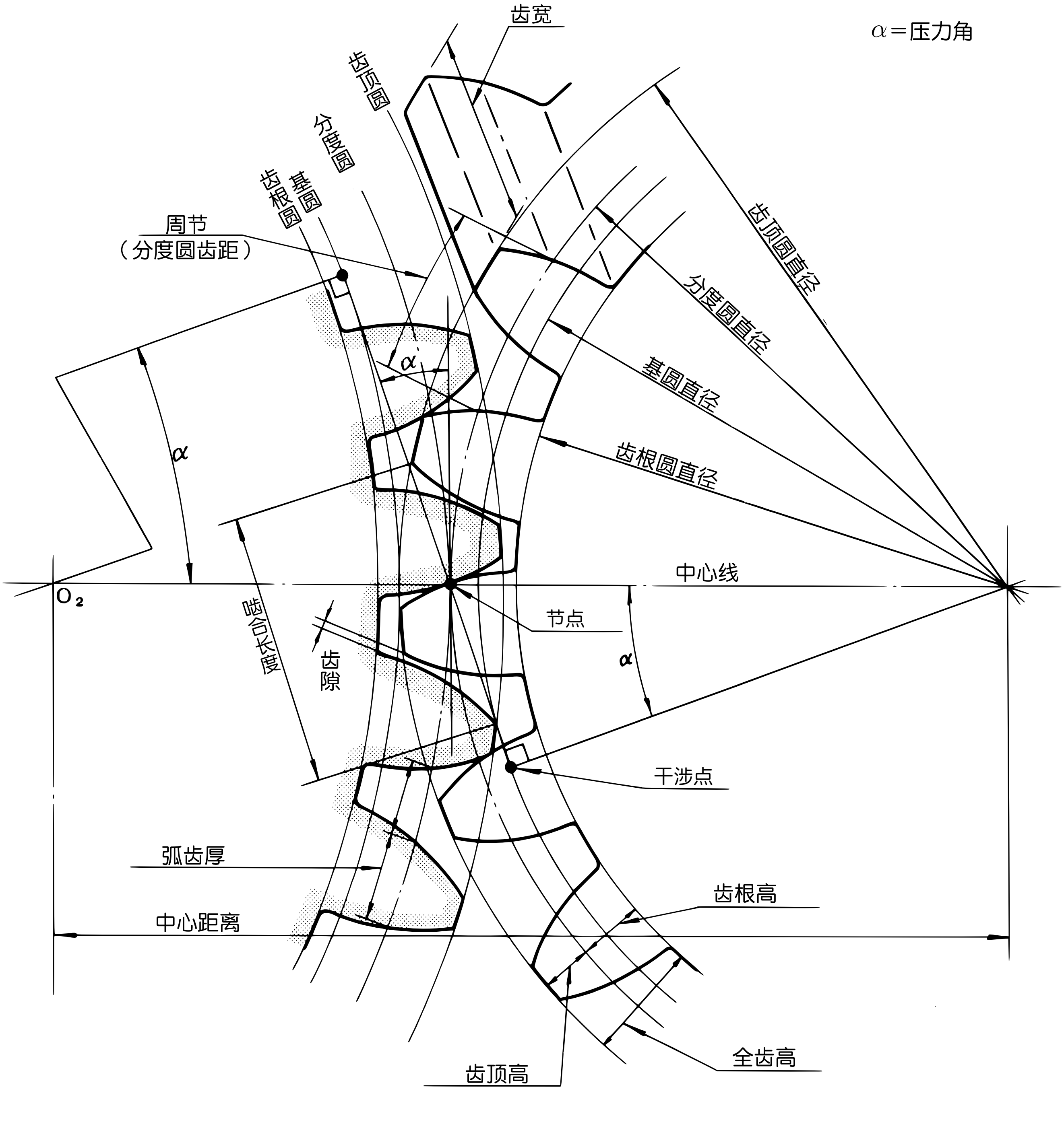
（３）一般的说，蜗轮不能驱动蜗杆。

〔用途〕

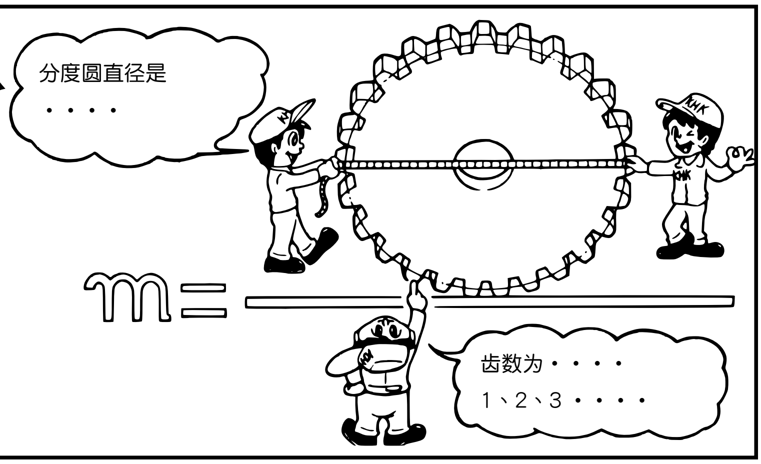
应用在减速装置及利用其不能逆转的特点，使用在防止逆转的齿轮装置、工作机械、分配装置、滑轮链及携带发电机上。

（1）—3

齿轮各部位的名称


齿宽
α＝压力角
齿顶圆
分度圆
齿根圆
基圆
周节
（分度圆齿距）
齿顶圆直径
分度圆直径
基圆直径
齿根圆直径
α
α
中心线
O₂
啮合长度
齿隙
节点
α
干涉点
弧齿厚
中心距离
齿根高
全齿高
齿顶高

表示轮齿大小的是「模数」



如上所述，轮齿的大小由模数来决定。

用公式来表示为： $m = \frac{d}{z}$　　（模数 $= \frac{\text{分度圆直径}}{\text{齿数}}$ ）

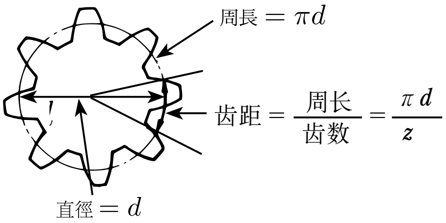
与模数的关系如下所示。

分度圆直径　$d = mz$　　（分度圆直径 = 模数 × 齿数）

齿　　数　$z = \frac{d}{m}$　　（齿数 $= \frac{\text{分度圆直径}}{\text{模数}}$ ）

齿　　距　$p = \pi m$　　（齿距 = π × 模数）

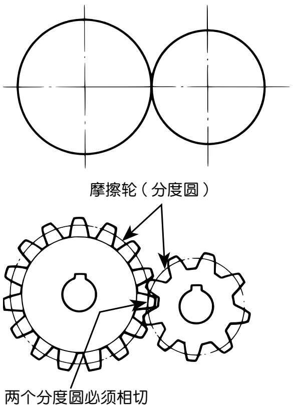
齿距是・・・・・・・？



周长除以齿数的商是齿距的长度。也就是说：

（齿距 $= \frac{\text{周长}(\pi d)}{\text{齿数}(z)}$ ）

那末，分度圆是・・・・・？



这是摩擦轮，施加的外力过大会产生滑动，达不到理想的传动效果。

所以，人们在摩擦轮的外周上作了一些突起，让这些突起相互啮合旋转，这就是齿轮。

摩擦轮的外周作为分度圆，两个齿轮的分度圆一定要相切。

〔总结〕

（１）轮齿的大小用模数来表示。

（２）为了使齿轮相互啮合，两个齿轮的法向基圆齿距必须相等。

习题

正齿轮

模数 $m=3$　小齿轮齿数 $z_1 = 15$　大齿轮齿数 $z_2 = 55$

（1）分度圆直径

齿数 × 模数 $= \begin{cases} z_1 \cdots\cdots \square \times \square = \square \\ z_2 \cdots\cdots \square \times \square = \square \end{cases}$

（2）齿顶圆直径

分度圆直径＋模数的 2 倍 $= \begin{cases} z_1 \cdots\cdots \square + \boxed{2} \times \square = \square \\ z_2 \cdots\cdots \square + \boxed{2} \times \square = \square \end{cases}$

（3）中心距离

分度圆直径的和除 2 的商 $\cdots\cdots \dfrac{\square + \square}{\square} = \square$

斜齿齿轮

模数 $m=3$　小齿轮齿数 $z_1 = 15$　大齿轮齿数 $z_2 = 55$　螺旋角 $\beta_0 = 16°15'$

※ $\cos\beta_0 = 0.96$

（1）分度圆直径

$\begin{cases} z_1 \cdots\cdots \dfrac{\square \times \square}{\square} = \square \\ z_2 \cdots\cdots \dfrac{\square \times \square}{\square} = \square \end{cases}$

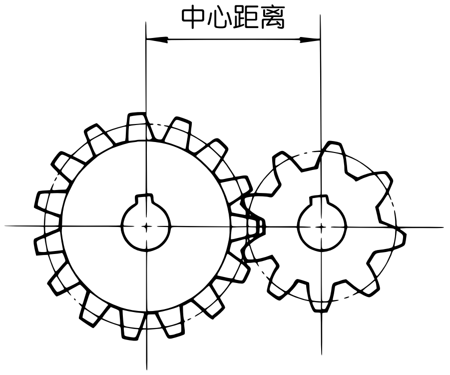
（2）齿顶圆直径

$z_1 \cdots\cdots \square + \boxed{2} \times \square = \square$

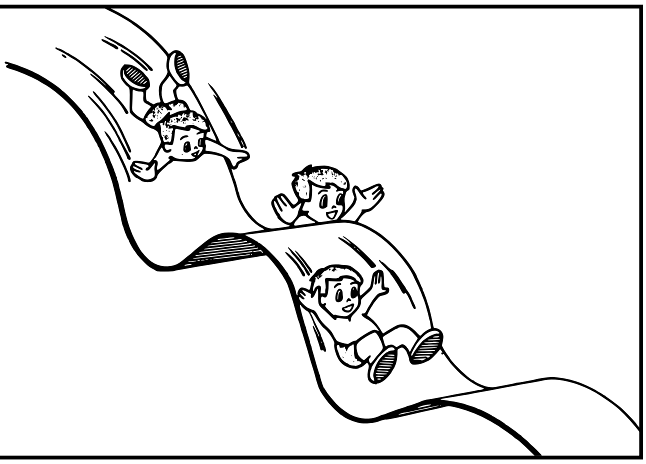
$z_2 \cdots\cdots \square + \boxed{2} \times \square = \square$

（3）中心距离

$\cdots\cdots \dfrac{\square + \square}{\square} = \square$



(1)—4
渐开线齿形



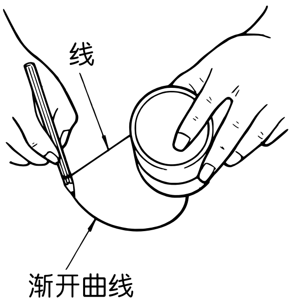
仅仅在摩擦轮的外周上分割出等分的齿距,装上突起,然后相互啮合转动的话,会出现如下问题:

- 轮齿的切点产生滑动
- 切点的移动速度时快时慢
- 产生振动及噪音

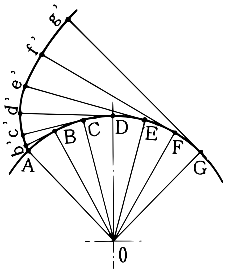
因此无法作为齿轮使用。

轮齿传动时既要安静又要圆滑,由此,诞生了渐开曲线。

渐开线齿形中使用的渐开曲线是・・・?

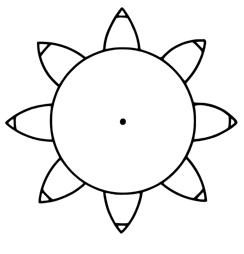


将一端系有铅笔的线缠在圆筒的外周上,然后在线绷紧的状态下将线渐渐放开。此时,铅笔所画出的曲线即为渐开曲线。圆筒的外周被称为基圆。



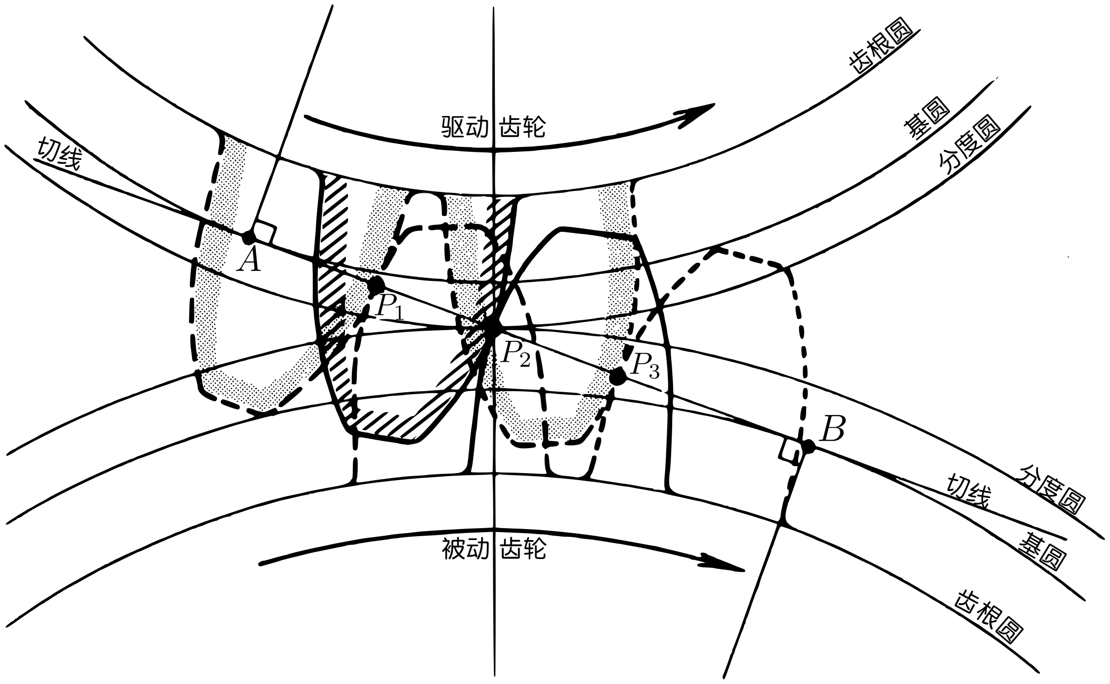
从两侧反松卷线后画出的八条渐开曲线。

将圆筒 8 等分后,系上 8 根铅笔,画出 8 条渐开曲线。然后,将线向相反方向缠绕,按同样方法画出 8 条曲线,这就是以渐开曲线作为齿形,齿数为 8 的齿轮。



渐开曲线齿形的齿轮

两个齿轮的渐开曲线齿形传递旋转运动时的模样。

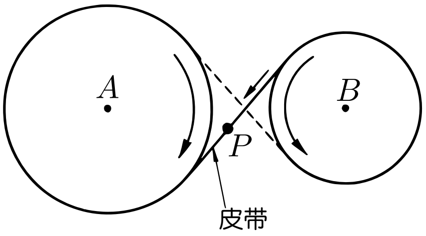


按 P_1 → P_2 → P_3 的顺序齿形移动

渐开曲线的切点按 $P_1 \rightarrow P_2 \rightarrow P_3$ 的顺序移动。

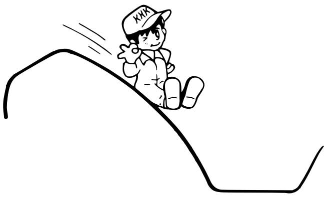
怎么样？象在滚动一样切点在逐渐移动。

而且，切点 P_1、P_2、P_3 都在基圆（圆筒的外周上）的共同切线上。



正象将皮带斜交地套在两个圆盘的外周上，皮带上的 P 点在移动一样。

也就是说，使用渐开曲线的话，两条切线的切点可以做圆滑的滚动传达动力。作为齿形的曲线，真的是没有话说。



〔特点〕

（1）由于齿面是由同一曲线所构成，所以，即使中心距离多少有些误差，也可以正确的啮合。

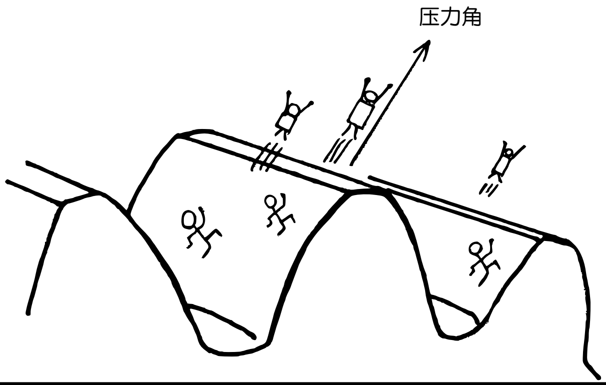
（2）齿形的加工容易，所以生产成本低，价格便宜。

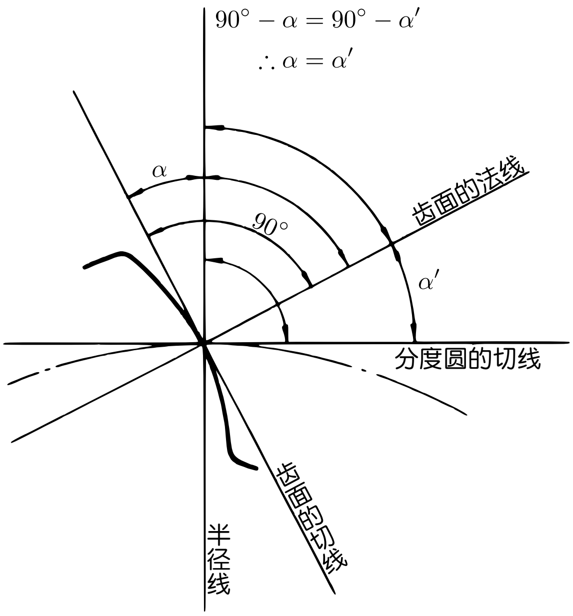
（3）齿根粗壮，强度高。

（4）具有代表性的齿形。

(1)—5

压力角





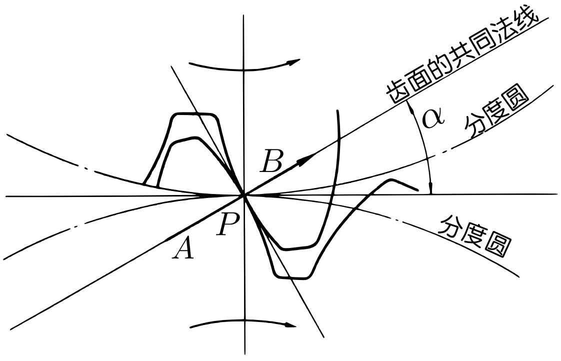
齿轮有「压力角」。

JIS 的定义是:在齿面的一点(一般是指节点)上,半径线与齿形的切线间所成之角度。

也就是说,α 为压力角(如图所示)。

在图中,因为 $\alpha = \alpha'$,所以 α' 也是压力角。

A 齿与 B 齿的啮合状态从节点看上去时:



A 齿在节点上推动 B 点。

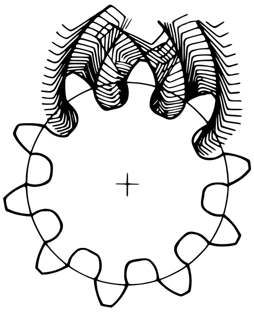
这个时候的推动力作用在 A 齿及 B 齿的共同法线上。也就是说,共同法线是力的作用方向,亦是承受压力的方向,α 则为压力角。

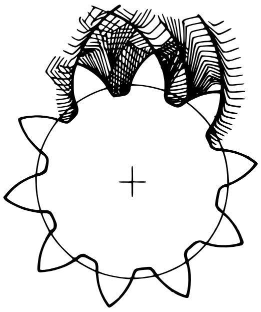
〔参考〕

过去,亦有使用 14.5° 压力角,现在广泛被使用的是 20° 压力角。

（1）—6

变位齿轮





产生了根切的齿轮　未产生根切的齿轮

齿轮的齿数少，切齿时齿根会被挖出凹痕，使齿根部变细，这种现象被称为根切。

作为防止根切的方法，诞生了变位的想法。

变位还可以调节中心距离。

那末，实际上会是个什么样子呢？让我们来试算一下。

$m = 3 \quad z_1 = 10 \quad z_2 = 60 \quad \alpha = 20^\circ$

为了使$z_1 = 10$ 的齿轮不产生根切，将齿轮做 $x_1 = + 0.5$ 的正变位。

进行如下所示的计算。

（Ⅰ）首先，计算啮合压力角 α' 。

$$\mathrm{inv}\ \alpha' = 2\tan\alpha\left(\frac{x_1 + x_2}{z_1 + z_2}\right) + \mathrm{inv}\ \alpha$$

$$= 2 \times 0.36397\left(\frac{0.5}{10 + 60}\right) + 0.014904$$

$$= 0.020104$$

结果为 $\alpha' = 22^\circ 01' 03''$

（Ⅱ）接下来，让我们来求中心距离变动系数 y。

$$y = \frac{z_1 + z_2}{2}\left(\frac{\cos\ \alpha}{\cos\ \alpha'} - 1\right)$$

$$= \frac{10 + 60}{2}\left(\frac{0.93969}{0.92707} - 1\right)$$

$$= 0.476447$$

（Ⅲ）然后求出中心距离 a。

$$a = \left(\frac{z_1 + z_2}{2} + y\right)m$$

$$= \left(\frac{10 + 60}{2} + 0.4764\right)3$$

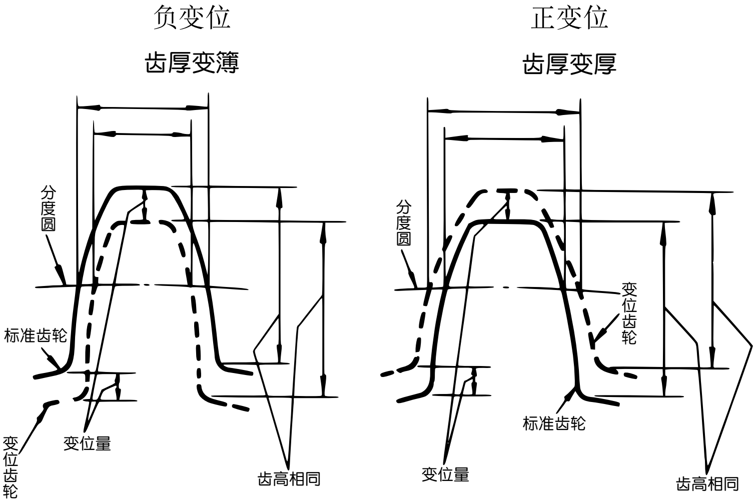
$$= 106.43$$

（Ⅳ）最后，计算出齿顶圆直径 d_a 。

$$d_{a1} = \{ z_1 + 2 (1 + y - x_2) \} m$$

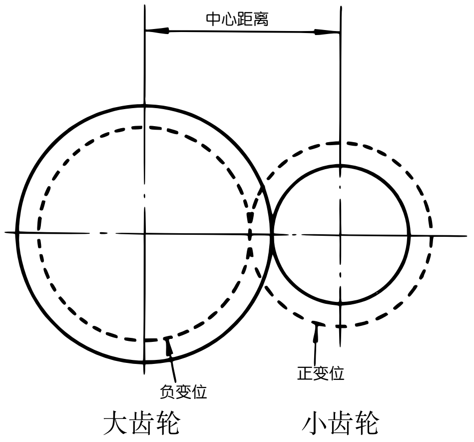
$$= \{ 10 + 2 (1.4764 - 0) \} 3$$

$$= 38.86$$



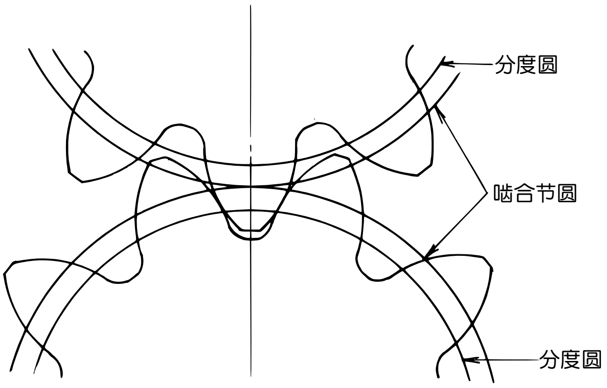
变位齿轮有正变位和负变位。

虽然齿高相同，但齿厚不同。齿厚变厚的为正变位齿轮，齿厚变薄的为负变位齿轮。



无法改变两个齿轮的中心距离时，对小齿轮施加正变位（避免根切），大齿轮施加负变位，以使中心距离相同。

这种情况下，变位量的绝对值相等。



标准齿轮是在各个齿轮的分度圆相切状态下啮合。而经过变位的齿轮的啮合，如图所示，是在啮合节圆上相切啮合。

啮合节圆上的压力角被称为啮合角。

啮合角与分度圆上的压力角（分度圆压力角）不同。

啮合角是设计变位齿轮时的重要要素。

〔特点〕

（１）可以防止在加工时因为齿数少而产生的根切现象。

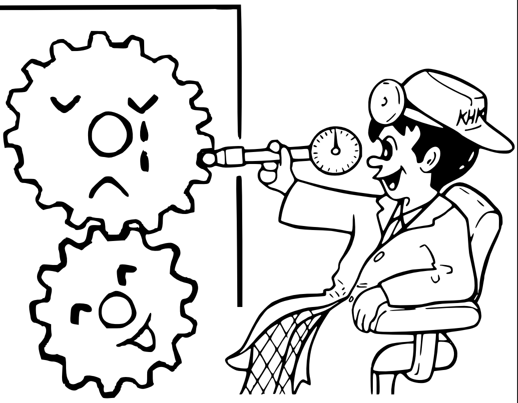
（２）通过变位可以得到所希望的中心距离。

（３）在齿数比很大的一对齿轮的情况下：

对容易产生磨耗的小齿轮施加正变位，使齿厚变厚。相反，对大齿轮施加负变位，使齿厚变薄，以使得两个齿轮的寿命均等。

(1)—7

齿轮精度与检测



本公司使用如下的测试设备检测齿轮的精度。

（１）齿轮检测仪…………齿轮的齿形、齿线、齿距、径向跳动等精度测定
（大阪精密机械、Tokyo Technical Instruments Inc.）

（２）三维测定仪…………齿条的齿距精度测定（Mitutoyo Corporation、Carl Zeiss）

（３）啮合试验仪…………齿轮的啮合精度（Tokyo Technical Instruments Inc.）

三维测定仪

齿轮检测仪

下面、对制造齿轮时所使用的测试仪器加以说明。

（１）游标卡尺、内外径千分尺、圆筒径规……………………外径、内径及齿厚的测定

（２）偏心测定仪…………………………………………………测定侧面及外圆周的偏心

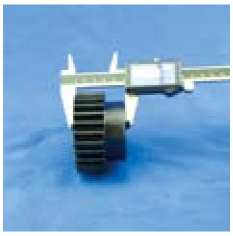
（３）硬度计………………………………………………………硬度测定

（４）齿厚千分尺…………………………………………………测定公法线齿厚

（５）齿厚游标卡尺………………………………………………测定蜗杆的齿厚

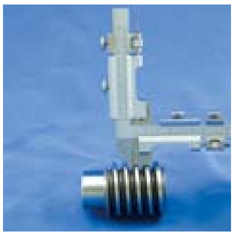
（６）蜗杆副检测仪………………………………………………齿接触及齿隙的测定

（７）伞形齿轮检测仪……………………………………………齿接触及齿隙的测定


游标卡尺

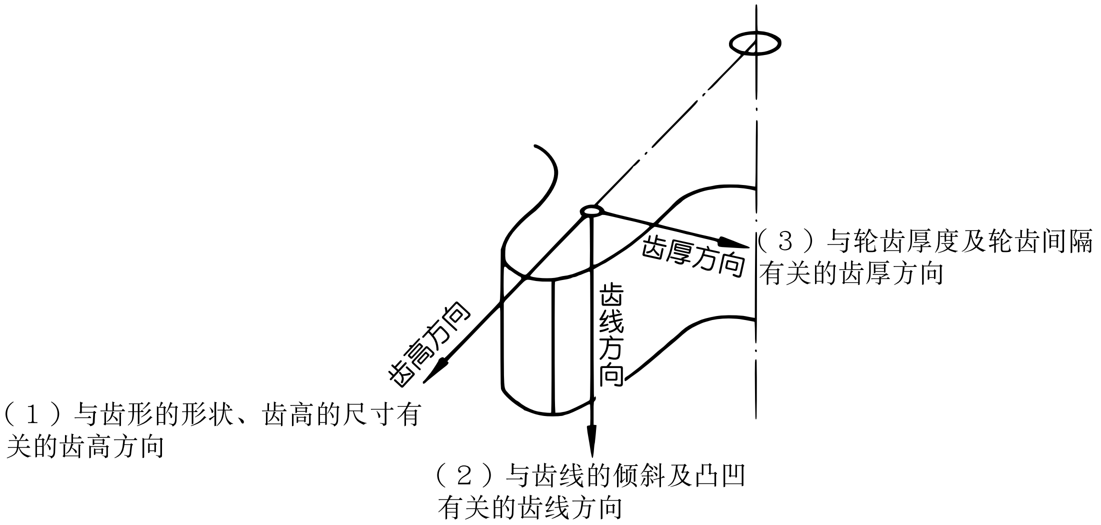
齿厚千分尺

圆筒径规


齿厚游标卡尺

偏心测定仪

《齿轮的精度是立体的》



如上所述、决定齿轮精度需要对齿轮做三维方向的测定。根据需要，分别使用不同的测试仪。

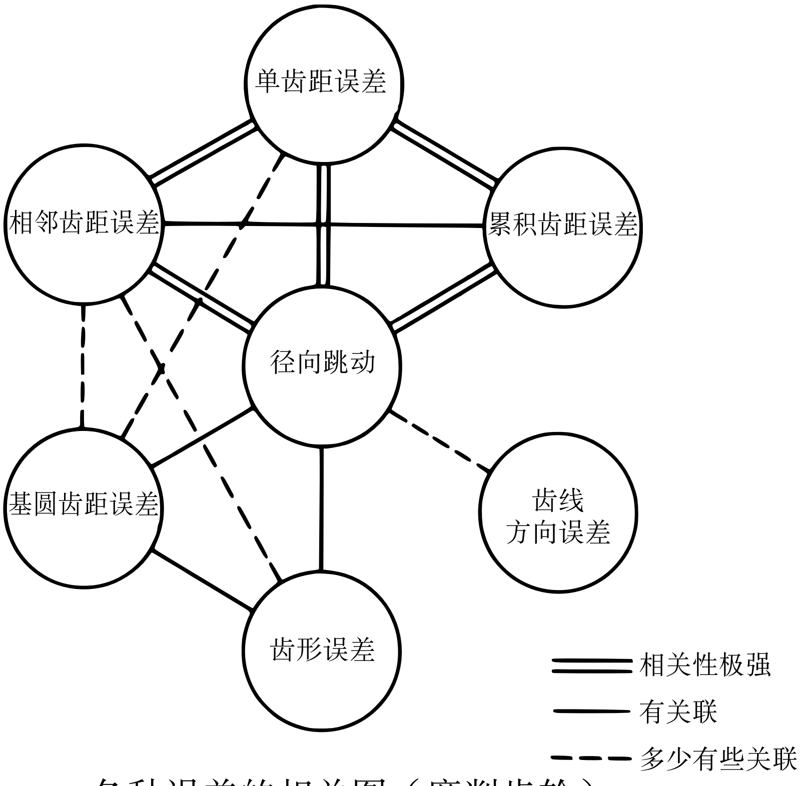
（１）齿高方向………齿轮测定仪、三维测定仪

（２）齿线方向………齿轮测定仪、三维测定仪

（３）齿厚方向………齿厚千分尺、齿厚游标卡尺、测量用滚柱、滚球千分尺

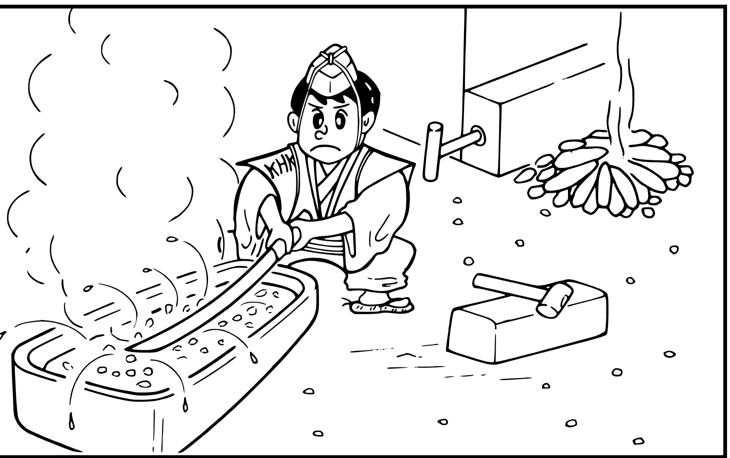
另外、齿轮的精度如下所示互相关联。一般的说，径向跳动与其他误差的相关性强，各种齿距误差间的相关性也很强。

《齿轮精度的特点》



各种误差的相关图（磨削齿轮）

(1)—8 齿轮的材料及热处理



〈　渗　碳　硬　化　钢　〉

这是指低碳合金钢。含碳量为 0.15% ～ 0.20% の钢中添加了 Ni、Cr、Mo、Mn 等元素，通过渗碳淬火处理提高表面硬度后使用。

在日本，一般使用的材料如下表所示。

JIS 牌号	化学成分 %							
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo
SCr420	0.18～0.23	0.15～0.35	0.60～0.90	<0.030	<0.030	–	0.90～1.20	–
SCM415	0.13～0.18	〃	〃	〃	〃	–	〃	0.15～0.25
SCM420	0.18～0.23	〃	〃	〃	〃	–	〃	〃
SNC815	0.12～0.18	〃	0.35～0.65	〃	〃	3.00～3.50	0.6～1.00	–
SNCM220	0.17～0.23	〃	0.60～0.90	〃	〃	0.40～0.70	0.40～0.60	0.15～0.25

〈 铝 青 铜 铸 造 合 金 〉

种类	合金牌号	化学成分 %						拉伸试验		硬度测试	用途例
		Cu	Al	Fe	Ni	Mn	不纯物	拉伸强度 N/mm²	延伸	HB 10/1000	
铝青铜铸造合金第2种	CAC702	80.0～88.0	8.0～10.5	2.5～5.0	1.0～3.0	<1.5	>0.5	>490	>20	>120	适合于使用在要求强度、耐腐蚀性及耐磨损的场合。例如，船用小形螺旋浆、齿轮、轴承、衬套、阀门、叶轮等。

〈　青　铜　铸　造　合　金　〉

种类	合金牌号	化学成分 %					拉伸试验		用途例
		Cu	Sn	Zn	Pb	不纯物	拉伸强度 N/mm²	延伸	
连铸青铜第6种	CAC406C	83.0～87.0	4.0～6.0	4.0～6.0	4.0～6.0	>2.0	>245	>15	耐压、耐摩损、易切削、铸造性好,使用在一般用阀栓类及机械部件上。

〈机械结构用碳素钢钢材〉

最为普及的材料，亦是本公司使用最多的材料。可以施加高频淬火处理。

金属牌号	化学成分 %				
	C	Si	Mn	P	S
S43C	0.40～0.46	0.15～0.35	0.6～0.90	<0.030	<0.035
S45C	0.42～0.48	〃	〃	〃	〃
S48C	0.45～0.51	〃	〃	〃	〃

〈铬钼钢钢材〉

经过淬火、回火、高频淬火后使用。

种类	牌号	化学成分 %						
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
3种	SCM435	0.33～0.38	0.15～0.35	0.60～0.90	<0.030	<0.030	0.90～1.20	0.15～0.30
4种	SCM440	0.38～0.43	〃	〃	〃	〃	〃	〃

〈淬火〉

对轮齿表面进行硬化处理以提高轮齿强度。

方法有很多，具有代表性的有以下几种。

渗碳淬火

渗碳 → 淬火 → 洗净 → 回火 → 喷砂处理 → 检查

〔方法〕

一般使用碳酸气进行气体渗碳。

- 表面硬度………55 ～ 60HRC
- 硬化深度………1.0 ㎜左右（使用负载越大，硬化层就需越深）

低碳合金钢在渗碳环境中加热到转变点以上并保持这个温度，碳素从表面渗入。

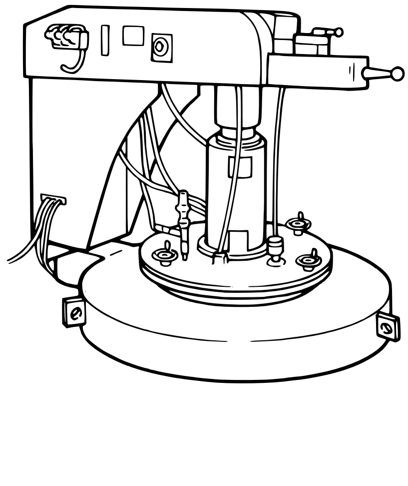
碳素渗入后，与 S45C 等在同等条件下进行淬火处理，表面硬度提高。

〔特点〕

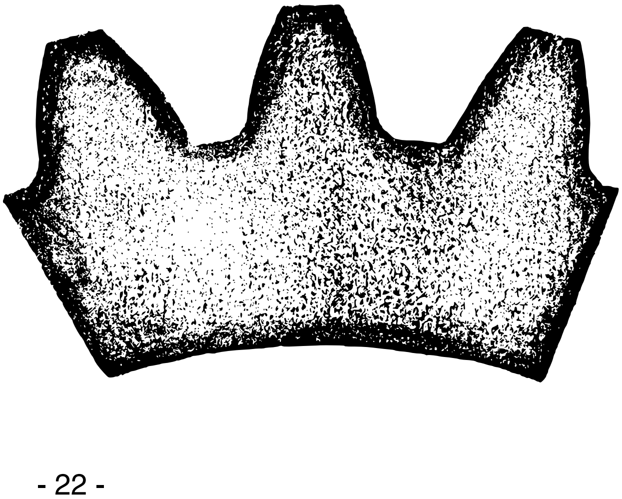
由表面到中心部，硬度由硬到软连续变化，所以表面硬而内部富有韧性。

材料一般使用 SCM415 等。

《渗碳淬火炉》

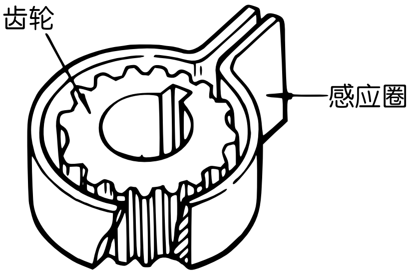


《齿轮的淬火层》

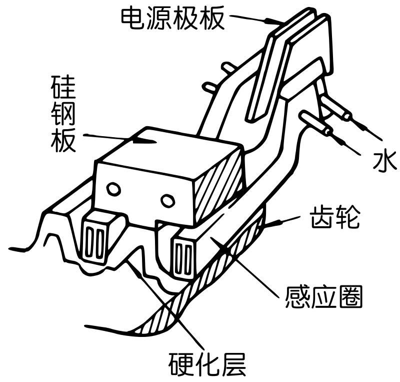


高频淬火

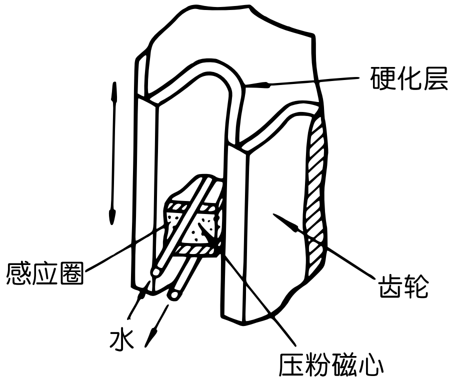
〔方法〕



（a）全齿一次性淬火



（b）单齿淬火



（c）连续淬火

调质材 → 淬火 → 回火

〔特点〕

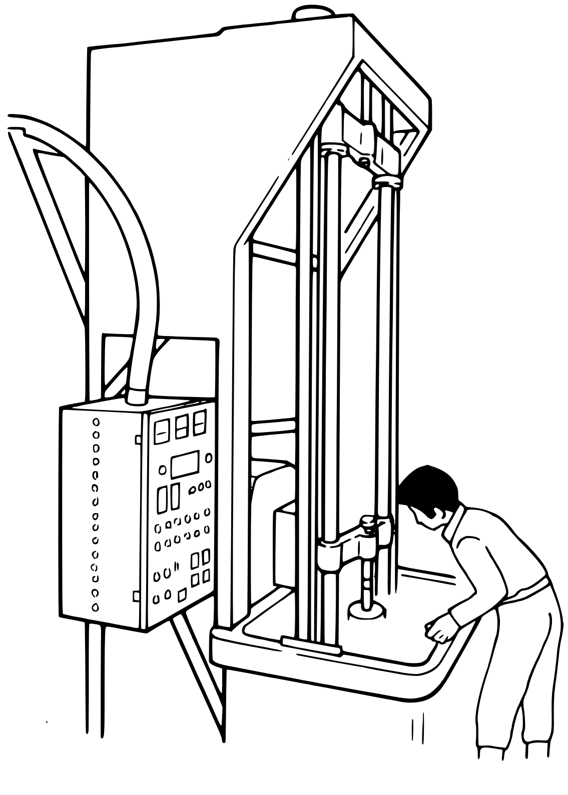
只有被感应圈所加热的周围产生硬化。

根据形状使用各种不同的感应器，不熟悉的话，会产生裂纹及翘曲变形。

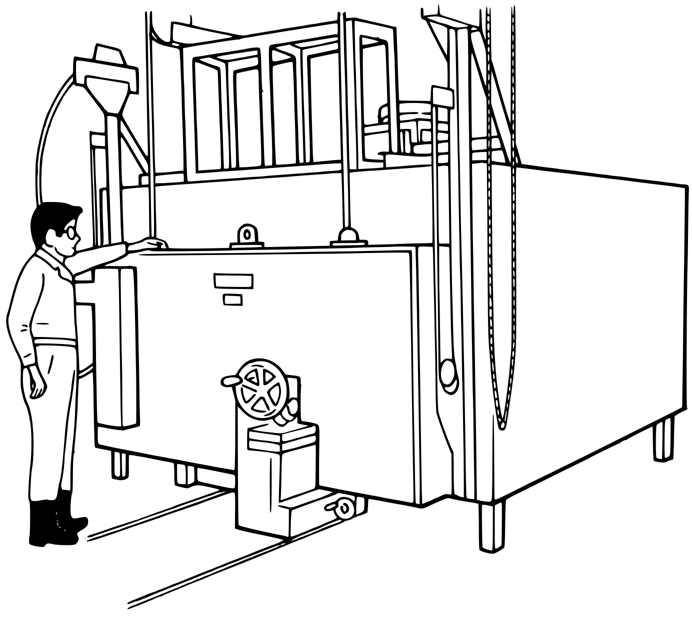
为了防止淬火裂纹，使用含硫、含磷量少的材料。通常，含碳量在 0.55% 以下的材料产生淬火裂纹的可能性比较小。

材料牌号有 S45C、SCM440 等等。

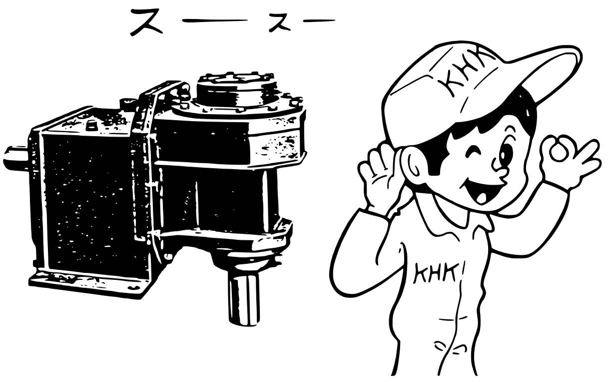
《淬火设备》



《回火炉》

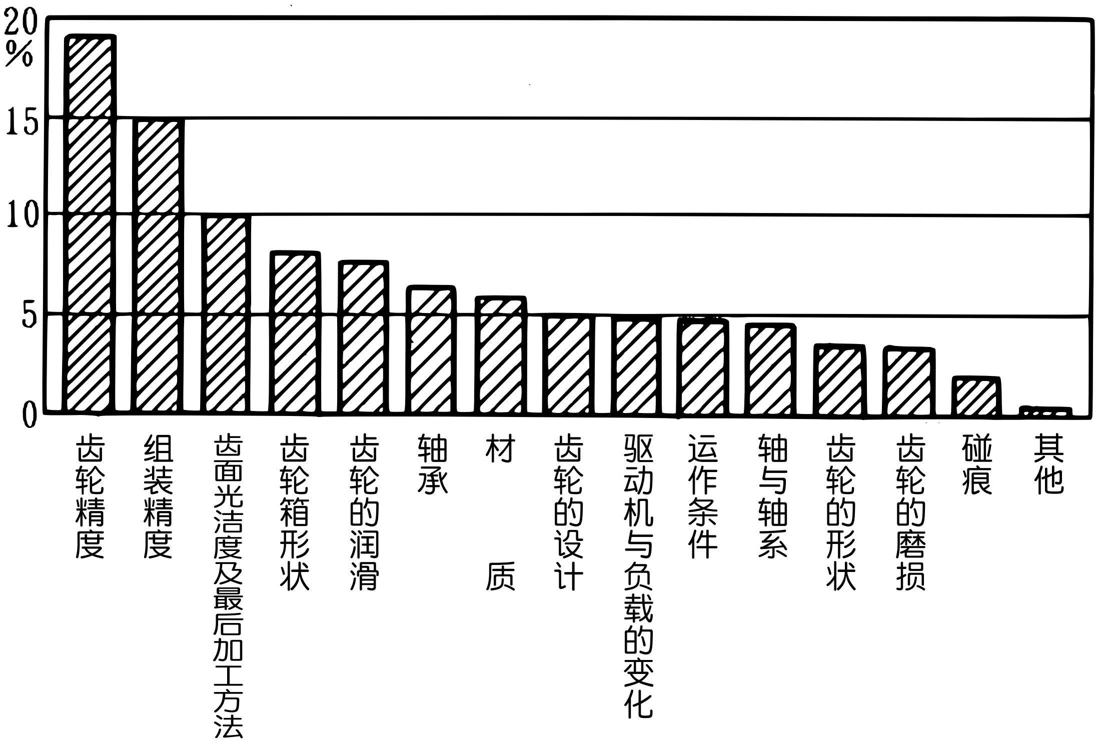


(1)—9
齿轮的噪音



下图是生产车用齿轮、工作机械、减速机等的公司提出的关于齿轮的振动及噪音的调查结果。

噪音、振动的原因



各种原因分别来看，如下所示。

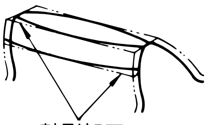
设计上的原因……………………35%
制作上的原因……………………30%
使用方法的原因…………………20%
不正确的组装……………………15%

〔原因〕（对噪音产生影响的原因）

- 齿接触不良
- 齿形误差过大
- 齿面光洁度差
- 转速太快
- 齿轮箱将噪音扩大
- 齿距误差过大
- 齿轮轴的传动扭矩有波动
- 中心距离过小
- 滚珠轴承、滚子轴承产生噪音
- 热处理所造成的翘曲变形

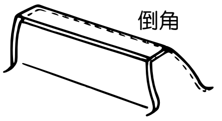
〔对策〕（制作静音旋转的齿轮需要 :）

・按正确的齿距制作齿轮，做到没有齿距误差。
・齿形要拥有正确的渐开曲线。
・轮齿施加鼓形加工。



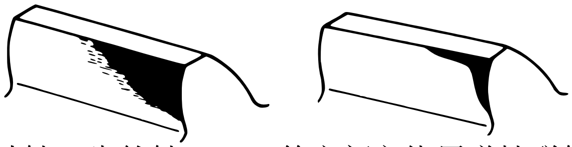
鼓形加工

・由于轮齿的挠曲而产生的齿距误差，对从动齿轮的齿顶进行修正加工（削端加工）。
・增加同时啮合齿数。
・齿轮箱有正确的开孔位置，设计成不产生振动或吸收振动的形状。
・齿轮箱的形状设计为近似于圆形。
・安装冲击吸收器吸收齿轮箱的振动。
・对齿面周围的棱角施加倒角加工。
・组装时注意齿面不发生片面接触。



倒角

片面接触



・轴与轴（驱动轴、齿轮轴・・・等之间）使用弹性联轴器。
・齿顶附近施加削端加工以修正齿形（适合使用在高速旋转的情况下）。
・施行最后精加工，去除齿面的伤痕，保证平滑的齿面。

一般采用剃齿或磨削加工。
弧齿伞形齿轮的最终精加工为研磨。
以上内容摘自技术评论社　大山政一着 「齿轮组装作业的秘诀」

右图是「KHK 标准齿轮」噪音试验的一例。

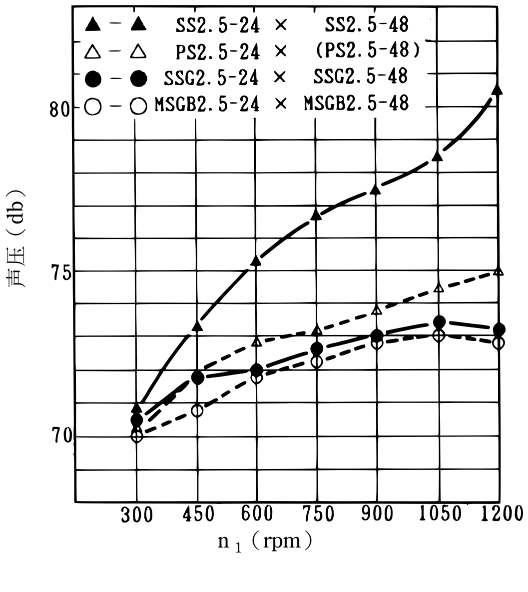
▲－▲：S45C 不经热处理
（SS2.5-24、SS2.5-48）

△－△：尼龙齿轮
（PS2.5-24、PS2.5-48）

●－●：S45C 轮齿经淬火研磨加工
（SSG2.5-24、SSG2.5-48）

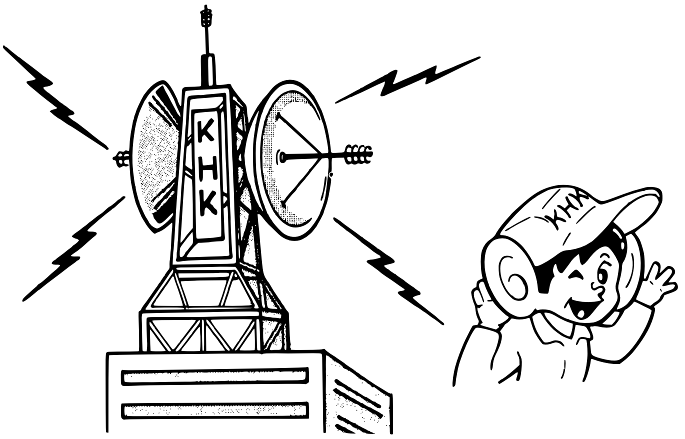
○－○：SCM415 全件渗碳淬火轮齿研磨加工
（MSGB2.5-24、MSGB2.5-48）

KHK 标准齿轮的噪音试验例　　1984 ～ 1985



(1)—10

齿轮问答



Q：什么类型的齿轮是静音齿轮？

A：齿面经过研磨的高精度制品是静音齿轮。与正齿轮相比，因为斜齿齿轮的「重合度」高，所以可以获得更加静音的旋转。塑料齿轮也是静音齿轮。（但是，强度降低。）

Q：什么类型的齿轮防锈性能高？

A：不锈钢、塑料齿轮的防锈性能高。塑料制齿轮可以无润滑使用。但是，因为同是塑料制齿轮啮合时，容易发热并产生膨胀，所以，选用金属制的齿轮相配使用效果要好。

Q：什么是齿隙？

A：齿隙是指一对齿轮啮合时，齿面间的间隙。一对齿轮要想达到圆滑流畅的旋转传动，需要齿隙。

Q：可以完全去除齿隙吗？

A：KHK 标准齿轮中，没有齿隙为零的产品。但是，有可将齿隙调整到最小限的产品。例如，「锥形齿条＆小齿轮」「双导程蜗杆副」等。

Q：通过淬火处理可以使强度提高多少？

A：SS 正齿轮等，材质为 S45C 的产品，齿面经过高频淬火处理后，齿面强度大约可提高 4 倍。但是其反面，齿距误差等精度约会下降 1 个等级。

第 2 部 分

齿轮生产工序

1. 正齿轮
2. 齿条
3. 伞形齿轮
4. 机械设备

（２）—１

正齿轮的生产工序

介绍生产正齿轮产品时具有代表性的工序。

材料（Z）

从材料厂家购买材料，然后存放在仓库。购入材料的长度为６米。

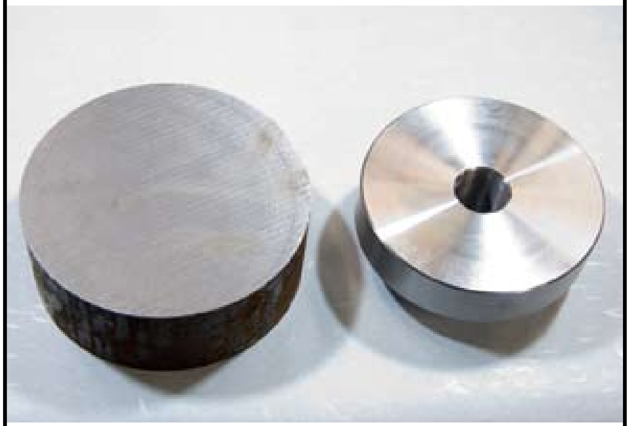
裁断（SW）

利用裁断机切断。

包装（C）

１个１个经单独包装后出厂。

车床（L）



切断后的毛坯在车床上进行旋削加工。

切齿（TH）

在切齿机上进行切齿加工。
切齿后产生很多毛刺。

表面处理（Q）

通过表面氧化处理，提高防锈能力。

去毛刺（H）

去除毛刺。

(２)—2

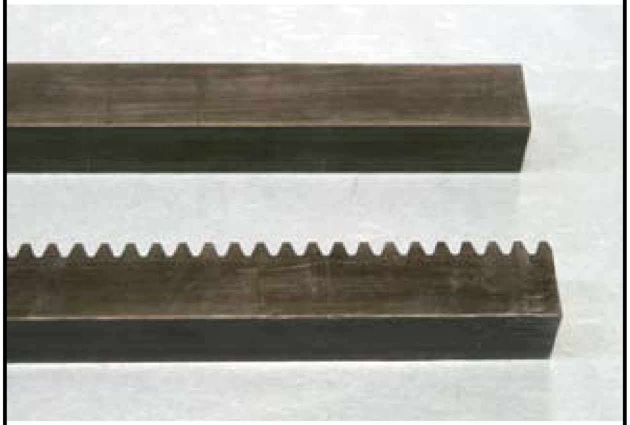
齿条的生产工序

介绍生产齿条产品时具有代表性的工序。

材料（Z）

从材料厂家购买材料，然后存放在仓库。

切齿（TR）



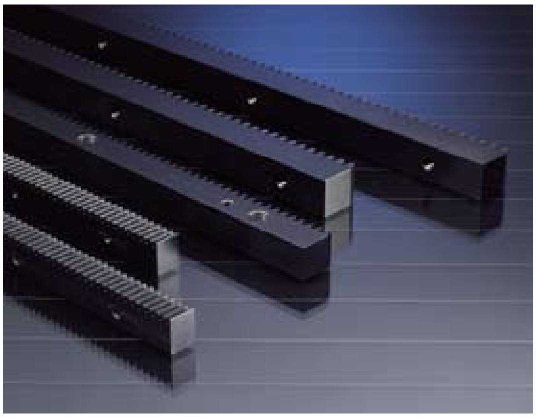
在切齿机上进行切齿加工。
切齿后产生很多毛刺。

表面处理（Q）

通过表面氧化处理，提高防锈能力。

包装（C）

1 个 1 个经单独包装后出厂。



去毛刺（H）

去除毛刺。

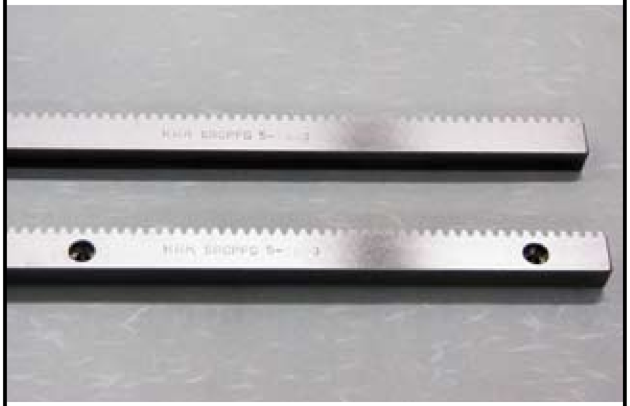
加压（P）

通过加压去除材料的翘曲。

端面加工（MH）

为了能连结使用，两端面以齿槽为中心进行加工。

开孔（DU）



加工安装孔，提高使用方便度。

（２）—３

伞形齿轮的生产工序

介绍生产伞形齿轮产品时具有代表性的工序。

材料（Z）

从材料厂家购买材料，然后存放在仓库。购入材料的长度为 6 米。

裁断（SW）

利用裁断机切断。

包装（C）

1 个 1 个经单独包装后出厂。

车床（L）

裁断后的毛坯在车床上进行旋削加工。

切齿（TB）

在切齿机上进行切齿加工。
切齿后产生很多毛刺。

去毛刺（H）

去掉毛刺。

表面处理（Q）

通过表面氧化处理，提高防锈能力。

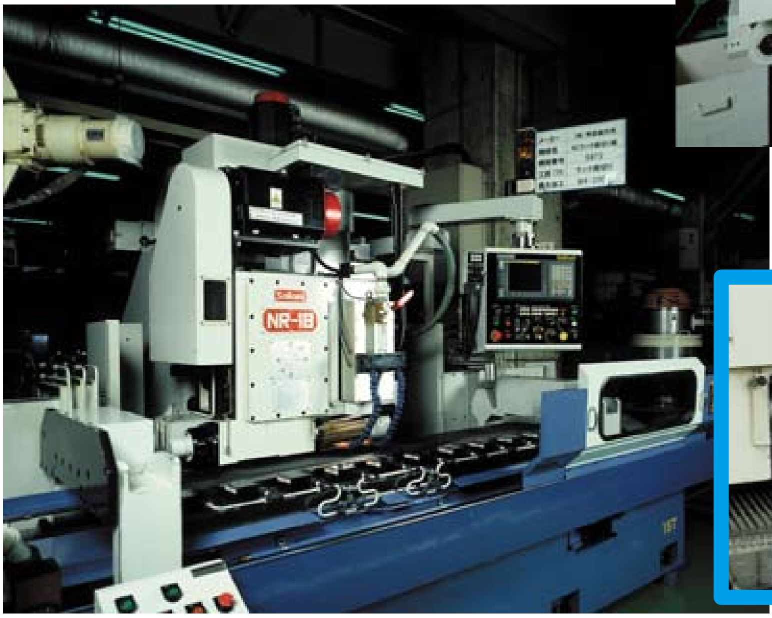
（２）—4

加工机械设备

介绍加工制造齿轮时具有代表性的机械设备。

ＣＮＣ齿条磨削机（ＮＲＧ－１００）

ＣＮＣ干式滚齿机（Ｎ６０）



ＣＮＣ齿条切齿机（ＮＲ－１８Ｓ）

ＣＮＣ齿轮磨削机（ＴＡＧ４００）

ＣＮＣ干式滚齿机（ＧＰ１３０）

ＣＮＣ伞形齿轮磨削机（ＰＨ－２００Ｇ）

齿轮手册

昭和 61 年 5 月 1 日　初版第 1 刷发行
平成 18 年 4 月 1 日　第 2 版第 2 刷发行

发 行 人　小原敏治
发 行 所　小原齿轮工业株式会社
〒 332-0022 埼玉县川口市仲町 13 番 17 号
编集制作　齿轮手册第 2 版编写组

KHK®
小原歯車工業株式会社
本　　　社　〒332-0022　埼玉県川口市仲町 13-17　TEL:048-255-4871（代）FAX:048-256-2269
大 阪 営 業 所　〒540-0012　大阪市中央区谷町 5-6-32 谷町优越馆ビル 4F　TEL:06-6763-0641 FAX:06-6764-7445
名古屋営業所　〒465-0093　名古屋市名东区一社 3-96 ルーブルビル 6F 603　TEL:052-704-1681 FAX:052-704-1803

URL http://www.khkgears.co.jp/　E-mail kohara@khkgears.co.jp